

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-50708

(43)公開日 平成10年(1998)2月20日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/321			H 01 L 21/92	6 0 2 D
21/60	3 1 1		21/60	3 1 1 Q
			21/92	6 0 2 C
				6 0 2 F

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-167784

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 斎藤 和人

滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅800番地  
日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業  
所内

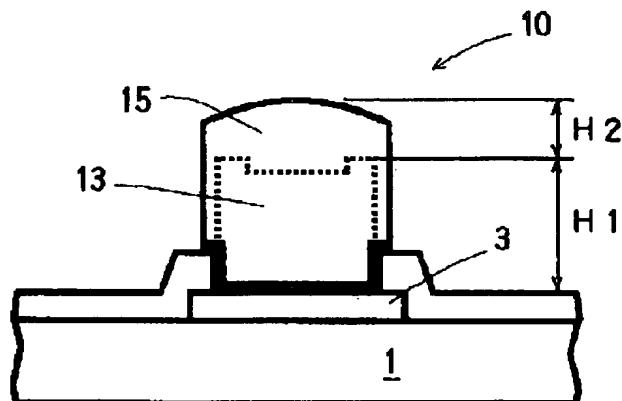
(74)代理人 弁理士 合田 澄 (外2名)

(54)【発明の名称】 金属バンプ、金属バンプの製造方法、接続構造体

(57)【要約】

【課題】半導体チップ上に形成され、半導体チップと基板とを接続するためのバンプであって、多くの種類の半田との相性がよく、接続信頼性の低下が生じない金属バンプ構造及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】第二の金属層が第一の金属層上に形成された金属バンプ構造であって、第一の金属層が基板と半導体チップを接続するためのリフロー加熱時に溶融することのないこと、第二の金属層が基板と半導体チップを接続するためのリフロー加熱時に基板上に形成された半田部との間で信頼性の低下を引き起こす組成物を形成しない金属からなること、という条件を具備するバンプ構造による。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体チップと基板とを接続するための金属バンプであって、上記半導体チップ上に形成され、上記基板と上記半導体チップを接続するためのリフロー加熱時に溶融することのない第一の金属層と、上記第一の金属層上に形成され、上記リフロー加熱時に上記基板上に形成された半田部との間で接続信頼性の低下を引き起こす組成物を形成しない金属からなる第二の金属層と、を含む金属バンプ。

【請求項2】上記第一の金属層が実質的に金、白金、銀、銅、ニッケル、または、これらの合金からなる、請求項1の金属バンプ。

【請求項3】上記第二の金属層が実質的にインジウム、鉛、スズ、ビスマス、または、これらの合金からなる、請求項1の金属バンプ。

【請求項4】上記第二の金属層の頂部が平坦であることを特徴とする、請求項1の金属バンプ。

【請求項5】上記第一の金属層の基板表面からの高さが15～90μmであることを特徴とする、請求項1の金属バンプ。

【請求項6】上記第一の金属層の体積(V1)と上記第二の金属層の体積(V2)との比V2/V1が0.2～5.0であることを特徴とする、請求項1の金属バンプ。

【請求項7】半導体チップと基板とを接続するための金属バンプの製造方法であって、

上記半導体チップ上にレジスト層を形成し、上記半導体チップ上に形成された導電部分上の上記レジスト層を除去して露出部を形成し、上記露出部上に、第一の金属層を形成し、上記第一の金属層上に上記第一の金属層とは別の金属からなる第二の金属層を形成し、上記レジスト層を除去し、上記第二の金属層の頂部を平坦化する、金属バンプの製造方法。

【請求項8】上記第二の金属層の頂部を平坦化するステップは、上記第二の金属層を加熱することによって行う、請求項6の金属バンプの製造方法。

【請求項9】半導体チップを基板上に接続した接続構造体であって、

上記半導体チップと接続して形成され、上記半導体チップと上記基板とを所定の距離に維持するための第一の金属層と、

上記第一の金属層と上記基板との間に介在し、上記第一の金属層よりもその融点が低い第二の金属層とを有する、接続構造体。

【請求項10】上記第一の金属層はその頂部に凹部が存

2

在する、請求項8の接続構造体。

【請求項11】上記第一の金属層と上記第二の金属層との間に、実質的にボイドが存在しない、請求項8の接続構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は半導体チップをプリント基板等（以下、基板という）の上に実装する場合に電気的な導通を図る金属バンプの構造に係わる。特

10 に、本願発明はフリップチップ実装またはTAB方式による実装を行う場合に半導体チップと基板との間に介在する金属バンプの構造に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】半導体チップを基板上に実装するためには、半導体チップ上に形成された電極と、基板上に形成された導体との間で電気的な導通を図る必要がある。この接続方法として最も一般的な方法はチップを基板に対して上向きに固定し、チップ上に形成された電極と基板上に形成された導体パッドとを金属細線（主として金線が用いられる）によって接続するワイヤボンディング法が採用されている。この方法は比較的簡単な構造の半導体チップに対しては現在でも有効な方法であり、半導体チップと基板とを接続するときの接続方法の主流となっている。

【0003】これに対して、チップの構造が複雑になると極めて多数のワイヤをチップ上にボンディングする必要があり、そのコストの上昇が顕著になったり、その手間が非常にわずらわしくなる。そこで、ボンディングワイヤを用いずに半導体チップを基板上に接続する方法であるワイヤレスボンディング法が開発された。この代表的なものがフリップチップ方式やTAB方式である。

【0004】フリップチップ方式とは基板に対してチップを下向きに接触させ、基板上に形成された導電パッドと半導体チップ上に形成された電極とを直接に接続する方法をいう。また、TAB方式はTABテープ上に形成された長尺導体（以下、リードという）と半導体チップとを接続後、テープを切断してリードの一部のみを残し、この導体の一端を基板上に形成された導電パッドと接続する方法である。

40 【0005】これらのいずれの方式も半導体チップの電極上に形成された金属のバンプを介して電気的な接続が図られる。例えば、フリップチップ方式においては、金属バンプは半導体チップの電極上に形成され、半導体チップと基板との間隔を一定に維持する役割を果たす。金属バンプと基板との接続は基板の導電パッド上に形成された半田をろう剤として用い、これを溶融することによって行う。また、TAB方式においては、金属バンプは半導体チップの電極上に形成され、TAB上に形成されたリードとの接点となる。TAB方式の場合、金属バンプとリードを接続するろうの役割を果たすのはリードを

50

被覆するように形成されたスズ等の低融点金属層である。

【0006】フリップチップ方式における問題点について詳しく述べる。金属バンプの組成は金が主流である。そして、金バンプと基板との接続は、例えば、基板上に予め接続のためのろうとしての半田をインジェクション等の方法によってバンプ状に形成し、チップ上に形成されている金バンプとの位置合わせを行い、半田バンプを熱溶融（リフロー）することによって行う。この場合の半田バンプの組成は典型的にはインジウムースズ-鉛の低融点半田である。

【0007】しかし、このような従来の方法には以下のような問題点があった。まず、第一に、金バンプをフリップチップ等の方式において用いる場合には、基板側に形成される半田バンプの半田組成は一定の限定を受ける。例えば、最も一般的なスズ-鉛二元系の半田を使用することはできない。なぜならば、この組成を用いて接合を行うと金バンプと半田層との界面に金-スズ共晶を形成し、接続信頼性が悪化するためである。ここで、接続信頼性とは、接続部分が使用環境下において物理的、化学的に安定であり、経時変化を生じないから、現接続状態を維持できることをいう。また、第二に、金バンプの頂上部には深さ数 $\mu\text{m}$ 程度の凹部が形成されやすく、この凹部の存在によりチップの実装時に金バンプと半田層との界面でボイドが発生する。

【0008】上述した第一の点についてはさらに二つの点が問題となる。まず、インジウム系の半田のコストが高いという点である。また、予め半田バンプをインジェクション等の方法によって形成しておくことが必要であり、工程コストが増大するという点である。製造コストの低減が至上課題である半導体実装の分野において不要なコストの増大は慎まなければならない。

【0009】上述した第二の点について図1を用いてより詳しく説明する。図1は頂上部に凹部が存在するバンプを用いて接続を果たした場合の断面の模式図である。図1に示すように、バンプの頂上部に沿って小さなボイドが発生する。これは、半田リフロー時に凹部に存在していた気泡が外に逃げ切れなくて発生するものである。このようなボイドが多数存在する接続部はその信頼性に問題がある。

【0010】次に、TAB方式における問題点について言及する。TAB方式を図2に模式的に示す。TAB方式において接続するためには、TAB側のリード（通常は銅で構成されている）の上に、スズ等の低融点金属のメッキを施し、半導体チップ上に形成されたバンプとの接続を図っていた。図2において、リードはTABテープ（図示せず）上に形成され、紙面と垂直の方向に伸びている。このリードの少なくとも一部には、低融点金属メッキが施されており、半導体チップ上に形成されたバンプとの接続の際のろうとしての役割を果たす。接続は

バンプとリードを接触させて加熱・圧着を行うことによってなされる。

【0011】しかし、この方法でもバンプとしては通常金などが用いられていたために、ろう剤としての低融点金属層のメッキをリード上に施す必要があり、そのための工程コストの上昇が免れなかった。

【0012】以上述べてきたように、フリップチップ方式・TAB方式はワイヤレスポンディング方法として優れた側面を有するものの、そのコスト・接続信頼性の面

10 で改良の余地がある。本願発明は半導体チップ上に形成される金属バンプの構造に検討を加えることによって、これらの問題を解消するものである。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】本願発明の第一の課題は半導体チップ上に形成され、半導体チップと基板とを接続するための金属バンプであって、フリップチップ方式の接続の際に多くの種類の半田との相性がよい金属バンプ構造及びその製造方法を提供することである。本願発明の第二の課題は半導体チップ上に形成され、半導体

20 チップと基板とを接続するための金属バンプであって、その頂上に凹凸が生じることなく、従って、フリップチップ方式の接続の際に接続信頼性の低下が生じない金属バンプ構造及びその製造方法を提供することである。本願発明の第三の課題は半導体チップ上に形成され、半導体チップとTABテープ上に形成されたリードとを接続するための金属バンプであって、リード上に予め低融点金属層の被覆を不要とする金属バンプ及びその製造方法を提供することである。本願発明の第四の課題は従来技術における金バンプの代替構造及びこの代替構造を形成する方法を提供することによって、フリップチップ実装、TAB実装の上述した問題点を解消することである。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本願発明は半導体チップと基板とを接続するために、半導体チップ上に形成された金属バンプ構造に係わる。上述した課題は、第二の金属層が第一の金属層上に形成された金属バンプ構造であって、第一の金属層が基板と半導体チップを接続するためのリフロー加熱時に溶融することのないこと、第二の

40 金属層が基板と半導体チップを接続するためのリフロー加熱時に基板上に形成された半田部との間で信頼性の低下を引き起こす組成物を形成しない金属からなること、という条件を具備するバンプ構造によって解決できる。第一の金属層の例としては典型的には金が挙げられるが、銀、銅、またはこれらの合金でも所期の目的を達成できる。また、このような第二の金属層の例としては典型的にはインジウムが挙げられるが、スズ、鉛、ビスマスまたはこれらの合金でも所期の目的を達成できる。また、信頼性の低下を引き起こす組成物とは、従来技術において金バンプ上に低融点半田を直接リフローさせると

きに問題となった、スズー金の共晶組成物等のバンプ構成元素と半田との共晶組成物、または、延性の乏しい金属間化合物等、接続部の電気的特性、機械的特性を劣化させる全ての組成物をいう。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】例えば、第一の金属層を金、第二の金属層をインジウムとした場合の本願発明の詳細を図面を参照しつつ説明する。図3に本願発明の一つの実施例に係わるバンプ構造10を開示する。本願発明に係わるバンプ構造10の特徴は心材としての金層13の周囲の少なくとも一部、好ましくは、その頂部の全体にインジウム層15の被覆が施されていることである。バンプ10は半導体チップ1上の電極3の上に形成されている。

【0016】本願発明の他の実施例に係わるバンプ構造11を開示する。このように、インジウム層15は金層13の頂部のみに存在する形でも本願発明の意図する効果を実現可能である。

【0017】本願発明の構造によれば、フリップチップ方式では以下に説明するような理由によって、上述した課題を克服可能である。まず、基板側に形成された半田バンプと直接に接続する部分はインジウムであるから、基板側に形成される半田バンプの組成として鉛-スズ二元系の共晶の半田を使用してもその界面に有害な組成物を形成することがない。また、インジウム層15の頂部表面を適当な方法によって平坦化すれば、界面におけるポイドの生成の問題も克服できる。TAB方式では、インジウムは低融点なので、リフローによってバンプとリードとのろう剤の役割を果たす。従って、リード表面にろう剤としての低融点金属層を設ける必要がなくなる。

#### 【0018】

【実施例】以下、本願発明に係わる構造の製造方法について示す。まず、図5に示すように、RFプラズマエッチング等の適当な方法によって、半導体基板1上に形成された電極3の表面から酸化膜を除去する。そして、複数層からなる金属膜5をメタルスピッタリング等の方法によって全面に形成する。この金属膜は、好ましくは、TiW-Au、Ti-Pd-Au等の組成を有している。

【0019】次に、図6に示すように、メッキ用のマスクとしてフォトレジスト7を塗布し、その後、電極3の直上のみを開口する。次に、金属膜5を共通電極として金層13をメッキ等によって形成する。この金層13は\*

実施例1	
H1 ( $\mu\text{m}$ )	3.0~9.0
V2/V1	1~5

ここで、H1 > 9.0  $\mu\text{m}$  の場合は、形成されたバンプの高さのばらつきが大きくなり、チップと基板との接続不良を生じることがある。また、H1 < 3.0  $\mu\text{m}$  の場合は、チップと基板との接続時の距離が小さくなり、接続

\*フォトレジスト7とほぼ同等の厚さに形成する。また、このときのメッキは好ましくは電気メッキにより、典型的には室温からそれよりもやや高い温度（例えば、50 ~ 60 °C）に浴を加熱し、電流密度 0.4 ~ 1 A/dm<sup>2</sup>で行う。この金層13は基板との接続時に基板と半導体チップとの間隔を一定の間隔に保つスペーサとしての作用をする。さらに、図7に示すように、金層13上にインジウム層15を形成する。インジウム層15のメッキ条件は浴温 40 ~ 50 °C、電流密度 2 ~ 3 A/dm<sup>2</sup>である。この後、フォトレジスト7及び金属膜5を除去する。最後に、インジウム層15をリフローすべく一定の温度で加熱を行えば、金層13の周囲にインジウム層15が形成された図3に示したような構造が得られる。リフローの温度としては典型的には 160 °C 以上である。そして、この場合はインジウム層15は金層13を全体的に被覆するように形成される。

【0020】インジウム層15のリフローはフォトレジスト7の除去前に行ってもよい。この場合は、除去後にリフローを行う場合よりもやや低い温度で行うことも可能である。

20 また、インジウム層15のリフローはフラックスを塗布したから行うこともできる。この場合はインジウム層15はリフロー中に酸化することなく、金層13を被覆するように形成される。

【0021】フォトレジスト層7と金層13との相対的な高さの関係によっては図4のような構造のものを得ることも可能である。例えば、図8に示すように、同様の工程をとりつつも、金層13の高さをフォトレジスト7の高さよりも十分低く形成すれば、金層13上に形成したインジウム層15もフォトレジスト7の厚さを越えない。従って、フォトレジスト7及び金属膜5の除去、及び、リフローを行えば、図4に示したようなバンプ構造を得ることができる。

【0022】本願発明により得られた構造の定量値の一例を表1に示す。表1はフリップチップ方式で実装を行うための本願発明に係わるバンプ構造の定量値である。表中実施例1は図3に示したようなインジウムによって金層の全体を被覆する構造であり、実施例2は図4に示したような金層の頂部のみにインジウム層を設ける構造である。また、H1、H2はそれぞれ金層、インジウム層の厚さ（高さ）であり、V1、V2はそれぞれ金層、インジウム層の体積である。

#### 【0023】

##### 【表1】

##### 実施例2

3.0~9.0
0.2~1

信頼性の低下を引き起こす。従って、H1については表1に示したような値をとることが望ましい。また、V2/V1 > 5 の場合は、インジウム量が過剰になり、基板と接続したときにバンプ間で短絡を生じやすくなる。反

対に、V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub>を小さくすると金層の少なくとも頂部全体を完全に被覆することができなくなるので、本願発明の所期の効果を達成できなくなる。ただし、金層の頂部全体を完全に被覆することができるインジウム量は金層の頂部に形成された凹部の大きさに依存する。従って、V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub>の下限については明確な制限を設けることは困難である。なお、V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub>のパラメータはそれぞれの金属層の高さの比H<sub>1</sub>/H<sub>2</sub>に相関する。ここで、典型的な実施例において、0.2 < V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub> < 5のときは0.3 < H<sub>1</sub>/H<sub>2</sub> < 5に相当する。

\*10

実施例1	
H <sub>1</sub> (μm)	1.5 ~ 5.0
V <sub>2</sub> /V <sub>1</sub>	1 ~ 5

TAB方式においては、リードと金層が接続できる程度のインジウム層が形成されればよい。従って、実施例2の方が有用であるが、実施例1も適用できないわけではない。また、TAB方式においてはチップと基板との間の熱歪みをリードの撓みで吸収するので、フリップチップ方式に適用する場合よりもH<sub>1</sub>の値は全体的に小さくても接続信頼性の確保ができる。H<sub>1</sub>、及び、V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub>に臨界値が存在する理由はフリップチップの場合と同様である。但し、V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub> > 5でもTAB方式においては短絡の問題は生じにくい。ただ、過剰なインジウムは材料コストの面から問題がある。

【0026】TAB方式に本願発明に係わるバンプ構造を利用するときの利点は以下の通りである。つまり、金属バンプ上に直接形成されたインジウム層がろうの役目を果たすので、TAB上のリードはなんらメッキが施される必要がない。このためのメッキ工程が不要となるわけだから大幅なコストの削減が期待できる。

【0027】本明細書の実施例においては第一の金属層を金、第二の金属層をインジウムとして説明を行った。しかし、本願発明の所期の目的はこの組み合わせに限定されるものではない。まず、本願発明の目的との関係で、下層が具備すべき最低限の条件としては、(1)リフローの際に溶融しないこと、である。また、製造プロセス上の観点からは、(2)バンプ形成の際のメッキによる付着が容易であること(下地の金属膜5との相性のいいこと)、(3)メッキの際に高さのばらつきの制御ができること、(4)メッキの際に、レジスト7との相性がいいこと、

【0028】次に、本願発明の目的との関係で、上層が具備すべき最低限の条件としては、(1)低融点半田と相性がいいこと(2)バンプ形成の際に下層との相性(密着性等)がいいことが挙げられる。また、製造プロセス上の観点からは、(3)メッキの際に、高さ、体積のばらつきの制御ができること、(4)メッキの際に、レジスト7との相性がいいこと、等が要求される。この条件を満たす金属であればいいのであるから、インジウムの他にもスズ、鉛、ビスマス及びこれらの合金等の低

\*【0024】また、本願発明によるバンプ構造を利用してフリップチップ方式により接続した半導体チップと基板との接続構造体の特徴として、(1)金層と半田層との界面に実質的にボイドが存在しない、(2)金層の頂部に凹部が存在する、(3)金層と半田層との界面に、有害な組成物が存在しない、などが挙げられる。

【0025】次に、本願発明に係わるバンプ構造をTAB方式の接続に利用する際の定量値を表2に記載する。

### 【表2】

#### 実施例2

1.5 ~ 5.0
0.2 ~ 5

融点金属が考えられる。

### 【0029】

【発明の効果】本願発明によれば、フリップチップ方式において基板側の半田として一般的なスズ-鉛共晶系の組成の半田の使用が可能となる。従って、インジェクションによる半田バンプ形成のみならず、インジェクションを使用しない安価な方法(例えば、スーパーソルダ法)によって、基板上に半田のバンプを形成することができる。

【0030】本願発明によれば、バンプの頂上部がその形成中のリフロー工程によって平坦化されているから、フリップチップ方式において基板側の半田バンプと半導体チップのバンプとの界面にボイドが発生しない。従って、極めて信頼性の高い接続が可能となる。

【0031】本願発明によれば、TAB方式において、TAB側のリード上にスズ等のメッキを施すことが不要となるために、製造コストが極めて低くできる。また、チップ側に形成されたろう材としてのインジウムにより、チップとTABリードとの接続条件において、低温で安定した接続が容易に実施できるため、TAB接続の生産性向上が期待できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術におけるボイドの発生の模式図を示す。

【図2】従来技術におけるTAB方式による接続を説明するための模式図を示す。

【図3】本願発明による第一の実施例に係わるバンプ構造の断面図を示す。

【図4】本願発明による第一の実施例に係わるバンプ構造の断面図を示す。

【図5】本願発明による第二の実施例に係わるバンプ構造の製造方法を示す。

【図6】本願発明による第一の実施例に係わるバンプ構造の製造方法を示す。

【図7】本願発明による第一の実施例に係わるバンプ構造の製造方法を示す。

【図8】本願発明による第二の実施例に係わるバンプ構

9

10

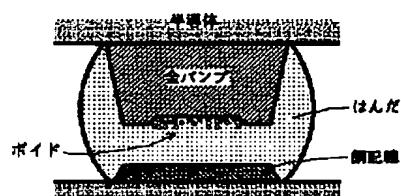
造の製造方法を示す。

## 【符号の説明】

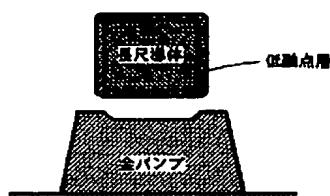
1 半導体基板  
3 パッド

5 金属層  
7 フォトレジスト  
13 金層  
15 インジウム層

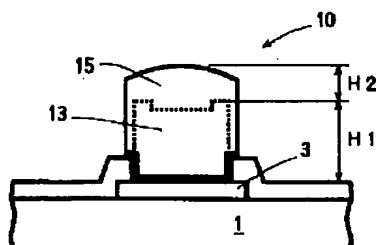
【図1】



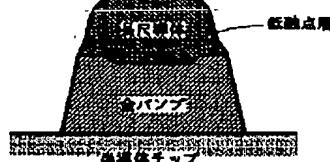
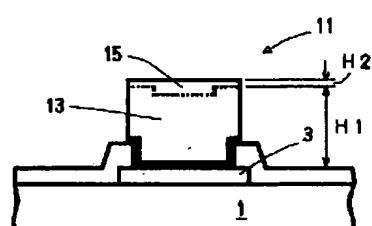
【図2】



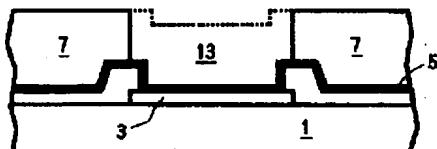
【図3】



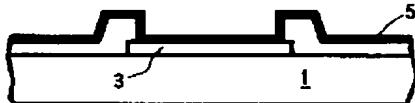
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

